



**Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021**

Titolo del progetto: Termografia ad alta risoluzione spaziale per lo studio del comportamento termico di dispositivi GaN-HEMT per l'elettronica per la transizione ecologica (TermoGaN)

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:

MODELLI MATEMATICI PER L'INGEGNERIA, ELETTROMAGNETISMO E NANOSCIENZE

Responsabile scientifico: Daniele Passeri

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 10

Numero di mensilità da svolgere all'estero: 6 presso Leonardo International e Center for Device Thermography and Reliability, University of Bristol Sede legale: Tyndall Avenue, Bristol BS8 1TL, United Kingdom Sede operativa e dell'attività del dottorando: HH Wills Physics Laboratory

Azienda: Leonardo Company Spa. Sede legale: Piazza Monte Grappa n. 4 - 00195 Roma. Sede operativa e dell'attività del dottorando: Divisione Elettronica, Via Tiburtina km 12,400 - 00131 Roma – Italia

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 10000

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI SCIENZE DI BASE ED APPLICATE PER L'INGEGNERIA con delibera del 21 settembre 2021

Progetto di ricerca:

I cosiddetti materiali "wide bandgap" stanno aprendo le porte ad una nuova generazione di dispositivi di potenza, che consentono di operare ad elevati livelli di tensione, potenza e temperatura e di ridurre di oltre il 70% le perdite nei sistemi di conversione di potenza. La tecnologia dei dispositivi GaN HEMT è molto promettente e notevoli progressi in questo settore sono stati realizzati presso la Fonderia di Leonardo. Tra i problemi aperti, particolarmente critico è quello dell'aumento della temperatura dovuto al riscaldamento Joule (autoriscaldamento), presente quando i dispositivi sono operati ad elevati livelli di potenza. Nel contesto della transizione ecologica risulta cruciale oltre alla produzione ed accumulo anche la gestione in maniera efficiente dell'energia prodotta o accumulata tramite i sistemi di conversione tipo DC/AC, AC/DC, DC/DC basati su circuiti elettronici di potenza, che consentono il management, il controllo e la gestione sostenibile dell'energia. Nelle Smart Grid, l'elettronica di potenza è una tecnologia chiave a tutti i livelli della filiera: a partire dalla "smart generation", con dispositivi come gli inverter, per la conversione e il controllo dell'energia generata in campo eolico e solare; per passare alla "smart transmission", operata attraverso collegamenti basati su HVDC (high voltage direct current), per il trasporto efficiente dell'energia via cavo su lunghe distanze ed anche le tecnologie FACTS (Flexible AC Transmission Systems), per la trasmissione flessibile in corrente alternata al fine di controllare con efficacia i flussi di carico, mantenendo e migliorando la stabilità del sistema. La progettazione della smart grid comprende inoltre la componente di "smart distribution", con la realizzazione di dispositivi di potenza e microgrid custom. Non va tralasciata la componente di gestione della smart grid lato utenti finali, nei vari ambiti industriale, commerciale e residenziale, che si preoccupa, ad esempio, della creazione e sviluppo di sinergie e connessioni tra le reti di impianti di generazione da fonti rinnovabili (fotovoltaico, eolico..) e i sistemi di ricarica dei veicoli elettrici.

Oggi i sistemi che consentono la conversione di energia sono basati su dispositivi di potenza, realizzati prevalentemente con la tecnologia del Si che tuttavia hanno ormai raggiunto le prestazioni ottimali imposte dai limiti fisici del materiale. Inoltre, una grossa frazione (fino al 54%) dell'energia è dissipata nei sistemi a semiconduttore durante i processi di conversione. I semiconduttori a larga banda proibita, quali ad esempio il SiC ed il GaN, si stanno

affermando come materiali alternativi al Si. Le eccezionali proprietà di questi materiali consentono di operare ad elevati livelli di tensione, potenza e temperatura e garantiscono nelle applicazioni nel campo dell'elettronica di potenza la possibilità di ridurre di oltre il 70% le perdite nei sistemi di conversione di potenza. I dispositivi HEMT a base di GaN operano normalmente a livelli di potenza dell'ordine di diversi W/mm. Nonostante l'elevata conducibilità termica del semiconduttore e del substrato SiC, questi elevati livelli di potenza sono sufficientemente alti da determinare un drammatico aumento della temperatura dovuto al riscaldamento Joule con riduzione della mobilità dei portatori e quindi della corrente di uscita del dispositivo portando ad una sostanziale riduzione dell'efficienza del dispositivo. Quindi, lo sviluppo dell'elettronica ad alta potenza basata su GaN richiede la misura quanto più precisa possibile delle temperature di esercizio in modo che il funzionamento del dispositivo corrisponda a quello previsto in fase di progettazione.

L'attività del dottorato sarà incentrata sulle tecniche in grado di produrre mappe termiche dei dispositivi in condizioni operative, quali il Raman e la Scanning Thermal Microscopy (SThM), e sulle simulazioni numeriche dei fenomeni elettrotermici. In particolare, sarà sviluppata e messa a punto la tecnica SThM, che consentirà una elevata risoluzione spaziale (50-100 nm). La simulazione dei fenomeni elettrotermici consentirà di poter assistere la progettazione circuitale, garantendo una ottimizzazione delle prestazioni dei circuiti.

Titolo del progetto (inglese): High spatial resolution thermography for the study for the thermal behavior of GaN-HEMT devices for electronics and ecological transition (TermoGaN)

Progetto di ricerca (inglese):